



Conceções de professores de Matemática sobre a prova matemática

Floriano **Viseu**

CIEI-IE, Universidade do Minho
Portugal

fviseu@ie.uminho.pt

Alexandra **Gomes**

CIEC-IE, Universidade do Minho
Portugal

magomes@ie.uminho.pt

Luís **Menezes**

CI&DETS do Instituto Politécnico de Viseu
Portugal

menezes@esev.ipv.pt

Paula Mendes **Martins**

Centro de Matemática da Universidade do Minho
Portugal

pmendes@math.uminho.pt

Resumo

A prova desempenha um papel fundamental na construção do saber matemático, razão pela qual adquire relevância nos atuais programas portugueses do ensino básico¹. Como as conceções que os professores detêm sobre a prova influenciam a forma como ela é tratada em sala de aula, procuramos averiguar as conceções de professores sobre diferentes aspetos da prova. Adotando uma abordagem quantitativa, recolhemos os dados através de um questionário. Para os professores, a prova matemática é distinta de procedimentos experimentais usados noutras áreas do conhecimento e tem como função verificar e explicar a veracidade de uma afirmação. As provas geométrica e analítica são as mais trabalhadas. Ainda que considerem a prova difícil para os alunos, reconhecem que desenvolve o raciocínio e a comunicação matemática, bem como a compreensão de conceitos matemáticos. Em

¹O sistema de ensino português engloba 12 anos antes da entrada no ensino superior, como a maioria dos países do mundo. Desses anos, os primeiros nove correspondem ao ensino básico e os três últimos ao ensino secundário. No ensino básico (formado por três ciclos: o primeiro de quatro anos e com professor único, o segundo de dois anos e o terceiro ciclo de três anos), o currículo da disciplina de Matemática é igual para todos os alunos. Nos três anos de ensino secundário, em que os alunos começam a ser encaminhaados para um grupo de cursos do ensino superior, os currículos da disciplina de Matemática divergem, consoante seguem cursos de Ciências, Humanísticos, Tecnológicos ou Artes.

termos curriculares, concordam com a presença da prova logo nos primeiros anos mas privilegiam a intuição matemática sobre a prova.

Palavras chave: ensino de Matemática, prova matemática, programas escolares, concepções de professores.

Introdução

A ideia da prova está presente no agir coletivo das pessoas, nos mais diversos campos da atividade humana. De forma transversal a todos eles, a prova corresponde a tudo aquilo que serve para estabelecer uma verdade, algo que permite validar ou certificar alguma coisa. No campo filosófico, Garcia (2001) considera a prova o critério da verdade, explicitando que se trata de “um raciocínio ou uma apresentação de factos pela qual se constata ou se estabelece a verdade de uma proposição” (p. 254). Enquadrando-a na dialética da comunicação, Buss (1998) considera a prova o meio de convencer os outros, seguindo um determinado conjunto de regras aceites por uma dada comunidade.

Sendo o objetivo da prova largamente comum a esses diversos campos, a forma como ela se realiza pode ser muito diversa. No campo científico, a prova tem características muito próprias, que a distinguem claramente de outros campos de prática social. Na ciência, a prova assenta numa semântica e numa sintaxe específicas, conhecidas da comunidade de especialistas onde são produzidas. Também na Matemática, embora assumindo uma estrutura diferente da prova nas outras ciências, a prova tem papel fulcral na construção do saber matemático (Davis & Hersh, 1995; Hanna, 2000, 2002; Knuth, 2002; Dreyfus, 2000). Provar é indissociável da atividade matemática porquanto nenhum resultado pode ser considerado válido enquanto não for provado.

Apesar do reconhecimento da importância da prova em Matemática, quando se tenta definir o que é a prova muitas são as dúvidas que se colocam. Numa revisão da literatura sobre esta temática, encontramos diferentes definições. Para Poincaré (1996), a prova “consiste em silogismos *colocados numa certa ordem*, e a ordem pela qual estes elementos são colocados é muito mais importante que os próprios elementos” (p. 2). Já para Cadwallader Olsker (2011), uma prova é uma sequência de passos que leva à conclusão desejada através de regras da lógica. De forma mais holística, Davis e Hersh (1995) consideram que a prova é aquilo que distingue a Matemática das outras ciências, sendo um “ritual e uma celebração da força da razão” (p. 150).

Estas definições fazem emergir duas concepções diferentes de prova: por um lado, uma definição formal e, por outro, uma definição subjetiva e contextualizada, que depende do sentido assumido e aceite por uma determinada comunidade. As definições de prova matemática surgem também frequentemente ligadas às funções que lhe são atribuídas. De Villiers (2003) considera seis funções da prova:

- *Verificação*: averiguação da veracidade de uma afirmação.
- *Explicação*: entendimento da razão pela qual uma afirmação é verdadeira.
- *Sistematização*: organização dos resultados num sistema dedutivo.
- *Descoberta*: novos resultados e teorias podem ser descobertos na tentativa de provar uma dada conjectura.

- *Desafio* intelectual: provar um determinado resultado pode ser muito satisfatório e estimulante.
- *Comunicação*: os resultados devem ser partilhados entre os pares não só para divulgar conhecimento mas também para afinar o significado dos conceitos.

Estas funções da prova estão ligadas ao contexto em que são realizadas. Enquanto que a função de verificação, por exemplo, é mais comum da atividade matemática, a função de explicação surge mais vezes ligada à atividade educacional (CadwalladerOlsker, 2011; Hersh, 1993). Já a função de comunicação tanto pode surgir na Matemática feita pelos matemáticos como na Matemática escolar, envolvendo alunos e professor.

As recentes alterações nos programas portugueses de Matemática do ensino básico (Ministério da Educação e Ciência, 2013) dão maior relevo à prova matemática desde os anos iniciais, comparativamente com os documentos curriculares anteriores (Ministério da Educação, 2007). Apesar de não se falar logo em provar, nos programas atuais aparecem termos como *verificar*, *reconhecer* ou *mostrar* que remetem para o conceito de prova. Esta mudança constitui um desafio para os professores uma vez que eles precisam de ter conhecimento especializado acerca da natureza e funções da prova e sobretudo têm que ser capazes de conceber e desenvolver tarefas matemáticas para a sala de aula que envolvam os alunos na atividade de provar (com significado, de modo a ir além da simples memorização de passos sem compreensão). A importância da prova na sala de aula, especialmente nos primeiros anos, nem sempre tem sido reconhecida (Hanna, 2000). A prova surge mais ligada ao ensino secundário e superior e o seu entendimento é por vezes remetido apenas para os bons alunos (Knuth, 2002). Contudo, vários autores têm destacado o papel da prova na construção do conhecimento matemático por parte dos alunos desde o início da escolaridade (Bussi, 2009; Hanna, 2000; Knuth, 2002; Stylianides, 2007). A prova surge como uma atividade de argumentação, servindo como meio de convencer os outros sobre a veracidade de determinadas afirmações: “entende-se por argumentação em Matemática, conversações de carácter explicativo (...) [para] a formulação, teste e prova de conjeturas e a resolução de desacordos através de explicações e justificações convincentes e válidas de um ponto de vista matemático” (Boavida, Paiva, Cebola, Vale, & Pimentel, 2008, p. 84). O critério de verdade desloca-se da autoridade do professor e passa para o plano da comunicação e negociação de significados aceites pela comunidade da sala de aula.

Inúmeros estudos têm mostrado que muito do que é feito nas aulas depende muito do conhecimento, concepções e crenças dos professores, já que estes elementos de natureza cognitiva orientam e enquadram as práticas dos profissionais (e. g., Fennema & Franke, 1992; Ponte, 1992). Deste modo, afigura-se importante compreender que visão têm os professores da prova matemática, como a veem na sua atividade de ensino e na atividade dos alunos do ensino básico.

Metodologia

Neste artigo, focamo-nos somente nas concepções de professores de Matemática do 3.º ciclo ($n = 63$) sobre a prova matemática. Com esta finalidade, adotamos uma abordagem quantitativa no tratamento da informação resultante das respostas dos professores a um questionário, tendo em vista descrever e interpretar essa informação (Gall, Gall, & Borg, 2003). O questionário utilizado é constituído por cinco partes: a primeira parte inclui quatro questões sobre a idade, género, ciclo escolar de ensino e tempo de serviço; a segunda parte é constituída por 14 questões

fechadas que se relacionam com a prova na Matemática; a terceira parte contempla 11 questões fechadas sobre a prova na atividade dos alunos do ensino básico; a quarta parte corresponde a 9 questões fechadas sobre a prova na atividade do professor; e a quinta parte inclui 8 questões fechadas sobre a prova nos programas de Matemática. Na análise dos dados, as respostas dos professores foram organizadas e tratadas com recurso ao *software* ‘Statistical Package for Social Sciences’ (SPSS), versão 20 para Windows.

Da análise das respostas dos professores descrevemos e interpretamos a informação mediante as seguintes dimensões: (i) A prova na Matemática, segundo a sua perspetiva histórica, natureza, funções e representações; (ii) A prova na atividade dos alunos do ensino básico, tendo como referência a atividade dos alunos na prova e a promoção desta atividade no desenvolvimento de capacidades; (iii) A prova na atividade do professor, conciliando esta atividade na sua formação, inicial e contínua, e na sua prática letiva; e (iv) A prova no currículo de Matemática. Nestas dimensões, as respostas dos professores aos itens das questões referem-se à seleção de uma opção de frequência, segundo a escala: Discordo Totalmente (DT); Discordo (D); Nem concordo Nem discordo (NCND); Concordo (C) e Concordo Totalmente (CT). A partir das respostas determinaram-se percentagens para os grupos de opções DT/D, NCND e C/CT e médias e desvios padrões de cada item, depois de codificadas as opções DT, D, NCND, C e CT com os valores 1, 2, 3, 4 e 5, respetivamente. Embora na análise de dados tenhamos privilegiado a utilização das percentagens, a indicação simultânea do valor da média e do desvio-padrão relativos aos grupos de opções DT/D, NCND e C/CT faculta ao leitor a possibilidade de avaliar tendências nesses grupos contrastantes.

Apresentação de resultados

Entre os professores inquiridos ($n = 63$), prevalece o género feminino (46), a idade de 41 anos (a idade varia entre os 32 e os 55 anos e a idade média é de 42 anos) e 15 anos de tempo de serviço (que varia entre 6 a 33 anos).

A prova na Matemática

A prova matemática ganha expressão com os matemáticos da civilização helénica na procura de responder a questões sobre “como” e “por que” de propriedades de conceitos matemáticos. A finalidade utilitarista que a Matemática adquiriu até esta civilização, em resposta a situações do quotidiano, deu também lugar a outras finalidades desta área do conhecimento, tais como a cultural e a social. Relativamente aos professores indagados neste estudo, a maioria deles indicia não atender à perspetiva histórica da prova matemática ao longo dos tempos.

Tabela 1

A perspetiva histórica da prova matemática.

	% respostas			\bar{x}	s
	DT/D	NCND	C/CT		
A prova está presente desde as primeiras manifestações da Matemática na atividade humana.	22,2	20,6	57,2	3,33	1,150
A prova matemática existe desde que foram formulados os primeiros teoremas.	11,3	14,5	74,2	3,85	1,006
A prova matemática começou na Grécia antiga.	11,7	38,3	50,0	3,50	0,911

Em termos práticos, a atividade matemática sempre esteve presente nas atividades do ser humano, independentemente da forma como esta área de conhecimento se organizava. Segundo

as fontes que chegaram até aos nossos tempos, a sistematização da prova surgiu, como reconhece a maioria dos professores, na Grécia antiga na procura de demonstração da veracidade dos resultados matemáticos. O processo dedutivo implícito nesta atividade – assente em axiomas, premissas e predicados lógicos – faz com que a maioria dos professores distinga a prova matemática de procedimentos experimentais que algumas disciplinas (71%), tais como em Ciências e em Físico-Química, recorrem para provar os seus resultados.

Tabela 2

Natureza da prova matemática.

	% respostas			\bar{x}	s
	DT/D	NCND	C/CT		
A prova em Matemática tem uma natureza diferente da prova nas outras ciências.	14,5	14,5	71,0	3,76	1,035
O método dedutivo é o único método que prova resultados matemáticos.	79,4	12,7	7,9	1,90	0,911
A prova é essencial para a construção do conhecimento matemático.	8,0	20,6	71,4	3,84	0,846
Os resultados matemáticos só são aceitáveis se forem provados.	12,9	17,7	69,4	3,90	1,112

Embora o método dedutivo seja o método de prova mais considerado no ensino básico, os professores reconhecem que este não é o único método. Para a maior parte dos professores (71,4%), a prova adquire uma natureza que interliga a teoria, ao sustentar matematicamente a aceitabilidade dos resultados obtidos, e a prática, ao resultar da atividade que se realiza na exploração de informação matemática, em estabelecer conjecturas de resultados e da análise dos erros que se cometem nessa atividade. Uma conjectura matemática assume-se válida enquanto não surge um contraexemplo que a refute. No entanto, os professores concordam que tais conjecturas só devem ser consideradas como resultados matemáticos se forem provadas (69,4%).

A prova desempenha várias funções, entre as quais, como constata a maioria dos professores, a de verificar (80,6%) e explicar (69,3%) a veracidade de uma afirmação matemática. As funções de descoberta/invenção e de sistematização de resultados matemáticos só são consideradas por um número significativo de professores (aproximadamente 40%).

Tabela 3

Funções da prova matemática.

	% respostas			\bar{x}	s
	DT/D	NCND	C/CT		
A prova tem a função de verificação da veracidade de uma dada afirmação matemática.	12,9	6,5	80,6	4,02	1,016
A prova tem a função de explicação da veracidade de uma dada afirmação matemática.	11,3	19,4	69,3	3,76	0,987
A prova tem a função de descoberta/invenção de novos resultados.	31,2	27,9	40,9	2,93	1,153
A prova tem a função de sistematização de uma dada afirmação matemática.	29,5	29,5	41,0	3,08	1,100

A prevalência de procedimentos analíticos na prova de resultados matemáticos não é considerada por uma grande parte dos professores (43,6%), para quem a prova se pode verificar através de processos geométricos (90,4%) – como se verifica no 3.º ciclo, por exemplo, na prova do Teorema de Pitágoras. Alguns professores, apesar de reconhecerem que existem provas geométricas, só aceitam os resultados como válidos se deles existir uma prova analítica (38,7%).

Tabela 4

Representações da prova matemática.

	% respostas			\bar{x}	s
	DT/D	NCND	C/CT		
Alguns teoremas podem ser provados geometricamente.	4,8	4,8	90,4	4,21	0,806
Só podemos afirmar que temos um resultado matemático se dele existir uma prova analítica.	43,6	17,7	38,7	2,95	1,193
Os resultados matemáticos podem ser provados através de exemplos.	71,4	6,3	22,3	2,21	1,194

A sistematização da veracidade de um dado resultado matemático, num dado universo, em detrimento de resultar da verificação de casos particulares é considerada pela maioria dos professores (71,4%).

A prova na atividade dos alunos do ensino básico

O envolvimento dos alunos nas atividades de prova de resultados matemáticos é considerado pela maioria dos professores (73,8%), para quem essa atividade não se restringe para os melhores alunos (62,9%).

Tabela 5

A atividade dos alunos na prova matemática.

	% de respostas			\bar{x}	s
	DT/D	NCND	C/CT		
Os alunos devem participar na prova dos resultados matemáticos.	13,1	13,1	73,8	3,75	0,869
As provas devem ser feitas somente pelos melhores alunos.	62,9	16,2	20,9	2,44	1,081
Provar leva os alunos a entender a natureza da atividade matemática.	7,9	17,5	74,6	3,83	0,794
Provar é uma atividade desnecessária para alunos do ensino básico.	55,5	27,0	17,5	2,49	0,982
As provas tornam a atividade matemática demasiado difícil para os alunos.	27,0	12,7	60,3	3,52	1,134
Os alunos não gostam de provar resultados.	14,3	12,7	73,0	4,03	1,077
Os alunos não entendem o que significa provar.	31,7	22,3	46,0	3,06	1,014
Os alunos devem usar os resultados matemáticos sem os provar.	33,8	35,5	30,7	2,94	0,921

Tal envolvimento promove nos alunos a percepção da natureza da atividade matemática (74,6%), que exige persistência, pensar e repensar as estratégias que dão origem a erros. Trata-se de uma perspetiva que contraria a ideia de que a atividade matemática resulta da aplicação de

procedimentos mecânicos e rotineiros. Por essa razão, a maioria dos professores considera que a prova é uma atividade que deve ser desenvolvida pelos alunos do ensino básico (55,5%), apesar de reconhecerem que o nível de complexidade que a prova exige em termos de conhecimento e de raciocínio torna essa atividade difícil de ser concretizada pelos alunos (60,3%), o que faz com que muitos alunos não apreciem de ter que provar resultados matemáticos (73%). É curioso constatar que os professores estejam divididos no que toca à utilização por parte dos alunos de resultados matemáticos sem conhecimento da prova, uma vez que todo o currículo de matemática do ensino básico prevê esta situação.

Em termos formativos para os alunos, a maioria dos professores concorda que a prova promove o desenvolvimento da compreensão de conceitos matemáticos (63,5%) e das capacidades de raciocínio (87,3%) e de comunicação (80,6%).

Tabela 6

A prova matemática e o desenvolvimento de capacidades dos alunos.

	% respostas			\bar{x}	s
	DT/D	NCND	C/CT		
Provar aumenta a compreensão dos conceitos matemáticos pelos alunos.	14,3	22,2	63,5	3,59	0,854
Provar desenvolve a capacidade de raciocinar logicamente dos alunos.	1,6	11,1	87,3	4,13	0,660
Provar desenvolve a capacidade de comunicação matemática dos alunos.	8,1	11,3	80,6	3,85	0,743

A compreensão resulta dos significados que os alunos dão aos conceitos matemáticos a que recorrem para provar. As capacidades de raciocínio e de comunicação relacionam-se com a estruturação do pensamento lógico e com o poder argumentativo como os alunos defendem as suas convicções.

A prova na atividade do professor

A frequência de cursos superiores de formação de professores faz com que a maioria dos professores considere que se envolveu em atividades de prova (82,5%), o que tem continuidade em situações de formação contínua (55,6%).

Tabela 7

A prova na formação do professor de matemática.

	% respostas			\bar{x}	s
	DT/D	NCND	C/CT		
A realização de provas foi uma atividade que realizei na minha formação inicial.	4,8	12,7	82,5	4,24	0,911
Costumo realizar provas matemáticas no decorrer da minha formação contínua.	20,6	23,8	55,6	3,43	0,962

No desenvolvimento das suas atividades profissionais, a maior parte dos professores inquiridos elabora provas de resultados matemáticos nos momentos de preparação das suas aulas (68,3%), reconhecendo que sentem dificuldades em integrá-la no decorrer da sua prática letiva (50,8%). Poderá ser essa dificuldade que faz com que um número significativo de professores não realize provas com frequência com os seus alunos (31,7%), nem as integre nos testes de avaliação de conhecimentos (35,5%).

Tabela 8

A prova na prática letiva do professor de Matemática.

	% respostas			\bar{x}	s
	DT/D	NCND	C/CT		
Faço habitualmente provas matemáticas no decurso da preparação de aulas.	12,7	19,0	68,3	3,63	0,867
Tenho dificuldades em integrar a prova nas minhas aulas.	30,2	19,0	50,8	3,24	1,118
Realizo com frequência a prova de resultados matemáticos nas minhas aulas.	31,7	28,6	39,7	3,17	0,993
Nas minhas aulas, desafio os alunos a formularem conjecturas e a prová-las.	23,8	27,0	49,2	3,32	0,913
Avalio nos testes a realização de provas matemáticas.	35,5	27,4	37,1	3,02	0,914
Considero que não é necessário ensinar os alunos do ensino básico a provar.	66,6	12,7	20,7	2,38	1,084

A maioria dos professores defende que é necessário ensinar os alunos a provar (66,6%). No entanto, há professores que não integram nas suas estratégias de ensino tarefas que desafiem os alunos a formular e a provar conjecturas (23,8%).

A prova no currículo de Matemática

Embora a prova surja explicitamente nos programas escolares do ensino básico a partir do 7.º ano de escolaridade, inclusive, a maioria dos professores discorda que esta atividade aconteça somente a partir deste ano de escolaridade (58,7%), havendo um número significativo que defende que deve iniciar-se no 1.º ciclo (46%).

Tabela 9

A integração da prova nos programas de Matemática do ensino básico.

	% respostas			\bar{x}	s
	DT/D	NCND	C/CT		
A prova deve começar no 3.º ciclo.	58,7	22,2	19,1	2,48	0,998
A prova deve começar nos níveis elementares, desde o 1.º ciclo.	30,2	23,8	46,0	3,19	1,060
O programa do ensino básico deve evitar a prova de resultados matemáticos.	65,1	7,9	27,0	2,48	1,090
O programa atual contempla a prova de resultados matemáticos de forma adequada.	50,8	25,4	23,8	2,63	1,052
A prova faz sentido em alguns tópicos programáticos.	4,8	11,1	84,1	3,94	0,669
A prova faz sentido em qualquer tópico programático.	44,5	20,6	34,9	2,97	1,092
Considero que as provas são uma perda de tempo para a concretização dos programas.	60,3	20,6	19,1	2,46	0,997
No ensino básico, é mais importante trabalhar a intuição matemática do que a prova.	17,5	33,3	49,2	3,40	0,871
No ensino básico faz sentido aceitar como prova a apresentação de exemplos	45,2	22,6	32,2	2,79	1,133

Os professores discordam que a prova não faça parte dos programas de Matemática do ensino básico (65,1%), mas gostariam que fosse contemplada de forma diferente (50,8%). Em termos programáticos, a maioria dos professores concorda que a prova faz sentido em alguns tópicos (84,1%), mas não em todos (44,5%). Apesar da maior parte dos professores considerar que o tempo dedicado à prova não é a causa de incumprimento dos programas escolares (60,3%), um número considerável defende que é mais importante atender à intuição do que desenvolver a capacidade de provar resultados matemáticos (49,2%), chegando alguns deles a considerar que se deve aceitar como prova, no ensino básico, a apresentação de exemplos (32,2%).

Conclusões

Para além do importante valor na matemática, a prova tem um potencial valor didático na aprendizagem da Matemática, sendo este aspeto reconhecido pelos atuais programas (Ministério de Educação e Ciência, 2013). A forma como os professores trabalham a prova nas suas aulas é influenciada pelas suas concepções. Por isso, neste trabalho analisamos as concepções de professores (do 3.º ciclo) sobre a prova.

No que diz respeito às concepções sobre a prova na matemática, a maioria dos professores considera que sempre esteve presente na atividade matemática ao longo dos tempos. Nem todos os professores consideram como marco da atividade de provar o trabalho desenvolvido pelos matemáticos da escola helénica. Os professores reconhecem a prova como atividade essencial para a construção do conhecimento matemático, distinguindo-a, pela sua natureza, de procedimentos experimentais usados noutras disciplinas, como por exemplo em Físico-Química. Como funções da prova são apontadas maioritariamente a verificação e explicação da veracidade de uma afirmação matemática, no sentido que lhes é atribuído por Villiers (2003). As provas geométricas são admitidas por quase todos os professores, sendo que a maioria deles rejeita como prova a apresentação de exemplos. Porém, em situações com um número finito de possibilidades, pode-se considerar que os exemplos provam proposições matemáticas (Plumpton, Perry & Shipton, 1984).

Em relação às concepções sobre a prova na atividade dos alunos, a maior parte dos professores é favorável ao envolvimento dos alunos na atividade de provar pois, ainda que admitam ser uma atividade difícil para os alunos, consideram que desenvolve as capacidades de raciocínio e de comunicação, bem como a compreensão de conceitos matemáticos. Torna-se pois pertinente conceber tarefas e desenvolver estratégias de ensino que desafiem os alunos para a atividade de provar, mostrando-lhes a importância da prova e que não reduzam a prova a uma mera memorização de passos sem sentido (Bussi, 2009). Curiosamente, a maior parte dos professores não restringe a prova aos melhores alunos o que parece contrariar os resultados de outros estudos (e. g., Knuth, 2002).

Em termos curriculares, um número significativo de professores defende que a prova deve ser tratada desde os primeiros anos de escolaridade, ainda que considerem que é mais importante desenvolver a intuição que a capacidade de provar. Admitem que a prova faz sentido apenas em alguns tópicos programáticos, não em todos, e consideram desadequada a forma como é apresentada nos programas de matemática.

Por fim, no que concerne à sua prática profissional, a maior parte dos professores refere ter o hábito de provar aquando da preparação das aulas mas revela ter dificuldades em integrar as provas na sua prática letiva (Hanna, 2000; Knuth, 2002; Stylianides, 2007), apesar de considerar

necessário ensinar os alunos a provar. Esta aparente contradição mostra bem as dificuldades que os professores têm em efetivar atividades de prova em sala de aula apesar de considerarem que isso é importante. Isto leva-nos a repensar o papel da formação e o que poderá ser feito por forma a superar estas dificuldades.

Referências bibliográficas

- Boavida, A. M., Paiva, A. L., Cebola, G., Vale, I., & Pimentel, T. (2008). *A experiência matemática no ensino básico. Programa de formação contínua em matemática para professores dos 1.º e 2.º ciclos*. Lisboa: Ministério da Educação - DGIDC.
- Buss, S. (1998). Introduction to proof theory. In S. Buss (Ed.), *Handbook of Proof Theory*, Vol. 137 of Studies in Logic and the Foundations of Mathematics, Elsevier.
- Bussi, M. (2009). Proof and proving in primary school: An experimental approach. In *Proceedings of the ICMI Study 19 conference: Proof and Proving in Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 53-58).
- CadwalladerOlsker, T. (2011). What do we mean by mathematical proof? *Journal of Humanistic Mathematics*, 1(1), 33-60.
- Davis, P. J., & Hersh, R. (1995). *A experiência matemática*. Lisboa: Gradiva.
- De Villiers, M. (2003). *Rethinking proof with The Geometer's Sketchpad*. Emeryville: Key Curriculum Press.
- Dreyfus T. (2000). Some views on proofs by teachers and mathematicians. In A. Gagatsis (Ed.), *Proceedings of the 2nd Mediterranean Conference on Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 11-25). Nikosia. Cyprus: The University of Cyprus.
- Fennema, E., & Franke, M. (1992). Teachers' knowledge and its impact. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 147-164). New York: MacMillan.
- Gall, M., Gall, P., & Borg, W. (2003). *Educational research: An introduction*. Boston: Allyn and Bacon.
- Garcia, F. (2001). Filosofia e a verdade. *Acta Scientiarum*, 23(1), 251-255.
- Hanna, G. (2002). Mathematical Proof. In D. Tall (Ed.), *Advanced Mathematical Thinking* (pp. 54-62). New York: Kluwer Academic Publishers.
- Hanna, G. (2000). Proof and its classroom role: a survey. In *Atas do Encontro de Investigação em Educação Matemática-IX EIEEM* (pp. 75-104). Fundação: SPCESEM.
- Hersh (1993). Proving is convincing and explaining. *Educational Studies in Mathematics*, 24, 389-399.
- Knuth, E. (2002). Teachers' conceptions of proof in the context of secondary school mathematics. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 5, 61-88.
- Ministério da Educação (2007). *Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Ministério da Educação e Ciência (2013). *Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Plumpton, C., Perry, R. L., & Shipton, E. (1984). *Proof*. London: Macmillan Education Limited.

- Poincaré, H. (1996). A invenção matemática. In P. Abrantes, L. C. Leal, & J. P. Ponte (Orgs.), *Investigar para aprender matemática* (pp. 7-14). Lisboa: Projecto MPT e APM.
- Ponte, J. (1992). Concepções dos professores de matemática e processos de formação. In M. Brown, D. Fernandes, J. Matos, & J. Ponte (Orgs.), *Educação e matemática: Temas de investigação* (p. 185-239). Lisboa: IIE e Secção de Educação e Matemática da SPCE.
- Stylianides, A. (2007). Proof and proving in school mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(3), 289-321.